

PENELITIAN UJI KUAT TEKAN BETON DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH AMPAS TEBU DAN ZAT ADDITIF SIKACIM BONDING ADHESIVE

Agil Dwi Krisna *¹, Sigit Winarto ², Ahmad Ridwan ³.

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Kadiri.

e-mail: *¹ agilkrisna17@gmail.com , ² sigit.winarto@unik-kediri.ac.id ,

³ ahmad_ridwan@unik-kediri.ac.id.

Abstract

Concrete has the disadvantage of having a low tensile strength and convincing brittle beams with steel inscriptions to anticipate. In this study, the concrete mixture was given additional bagasse and additives of cycacim bonding. This addition was carried out to study and study the effect of bagasse on the compressive strength of normal k300 concrete by replacing bagasse by 0%, 5%, 10% and 15% in compressive loads. Compressive strength specimens in the form of cubes with a size of 15 cm x 15 cm x 15 cm. Testing is done after 28 days. Concrete with increased bagasse of 5% is better able to produce high compressive strength values than others. The addition of bagasse resulted in an average compressive strength of 5%, 229.64 kg / cm², 10%, 190.35 kg / cm², 15%, 160.87 kg / cm².

Keywords : Compressive Strength, Bagasse, Additive, Concrete.

Abstrak

Beton mempunyai kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah dan bersifat getas sehingga beton diberi tulangan baja untuk mengantisipasinya. Pada penelitian ini, campuran beton diberi bahan tambahan ampas tebu dan zat additif sikacim bonding adhesive. Penambahan ini dilakukan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh ampas tebu terhadap kuat tekan pada beton mutu normal k300 dengan penambahan ampas tebu sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% pada beban tekan. Benda uji kuat tekan berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Pengujian dilakukan setelah 28 hari. Beton dengan penambahan ampas tebu 5% lebih mampu menghasilkan nilai kuat tekan tinggi dari pada yang lainnya. Penambahan ampas tebu menghasilkan kuat tekan rata-rata yaitu 5%, 229,64 kg/cm², 10%, 190,35 kg/cm², 15%, 160,87kg/cm².

Kata Kunci : Kuat Tekan, Ampas Tebu, Zat Additif, Beton

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan campuran yang berisi pasir, krikil / batu pecah serta semen dan air yang sering di gunakan dalam berbagai macam bangunan konstruksi, beton berperan penting dalam pembangunan gedung maupun jembatan, [1][2]. Beton sendiri memiliki berbagai kelebihan, salah satunya adalah beton mampu memikul beban tekan yang berat dibanding dengan bahan lainnya. Sifat yang penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan daya ketahanan terhadap beban tekan. Berdasarkan kuat tekannya, mutu beton dibagi menjadi 3 jenis, yaitu beton mutu rendah , beton mutu sedang dan beton mutu tinggi dimana beton merupakan pilihan yang paling tepat untuk membuat bangunan bertingkat tinggi . Penelitian yang dilakukan dengan melakukan percobaan pembuatan beton di tambah ampas tebu dengan kadar 5%,10%,15% dan zat additif sikacim bonding adhesive, [3][4][5]. Pemanfaatan limbah itu sendiri bertujuan untuk mengetahui kualitas beton apakah memenuhi ketentuan syarat yang di berikan SNI, [6][7][8]. Limbah ampas tebu merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh pabrik gula. Oleh karena itu, pada penelitian ini kami akan mencoba mengaplikasikan limbah air tetes tersebut sebagai bahan alternatif yang diharapkan dapat menghasilkan beton dengan mutu tinggi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tinjauan Umum

Beton dapat di buat dengan cara mencampurkan semen, air, agregat halus (dan kadang-kadang bahan tambahan, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan non-kimia) pada perbandingan tertentu, [9][10][11]. Adukan beton, air dan semen membentuk pasta yang disebut dengan pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butiran - butiran agregat halus juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan pembuatan beton, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang padat, [12][13][14].

2.2 Metode

Metode penelitian yang digunakan menggunakan metode eksperimental laboratorium di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Kadiri dengan membuat beton mutu normal dan menambahkan ampas tebu sebanyak 5 %, 10 % dan 15 % dan zat additif sikacim bonding adhesive dari volume adukan beton yang di buat, [15][16]. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu 29,05 MPa. Benda uji berbentuk balok ukuran 15x15x15 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji berumur 7 hari,14 hari,28 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Berat Volume

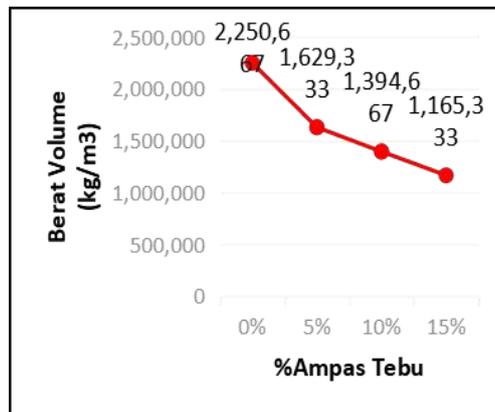
Pengujian berat volume pada benda uji ini dilakukan saat usia sample tersebut mencapai 7,14 dan 28 hari, [17][18][19]. Adapun hasil pengujiannya terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Berat Volume Satuan Beton Penambahan Ampas Tebu.

No.	Jenis Bahan	Berat (kg)	Berat Volume(Kg/m3)
1	Normal	8,44	2,250,667
2	Ampas Tebu 5%	6,11	1,629,333
3	Ampas Tebu 10%	5,23	1,394,667
4	Ampas Tebu 15%	4,37	1,165,333

Sumber : Analisa Pengamatan

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa penurunan berat volume pada benda uji dengan prosentase 15% menjadi sangat rendah dari beton normal. Dapat di lihat dari gambar grafik berikut ini :



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 1. Berat Volume Satuan Beton Penambahan Ampas Tebu.

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan menggunakan alat CTM, Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan dimensi 15 x 15 x 15 cm dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Tes kuat tekan ini berdasarkan SNI 03-1974-1996, [20][21][22]. Setelah dilakukan pengujian semua benda uji, untuk menghitung kuat tekan beton dengan rumus dibawah ini.

$$F_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

f_c = Kuat tekan beton (kg/cm²)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas permukaan benda uji (cm²)

$$F_c = \frac{84400}{225} = 30 \text{ Mpa}$$

3.3 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Setelah melakukan perhitungan kuat tekan umur 7 hari, perhitungan disajikan dalam tabel 2.

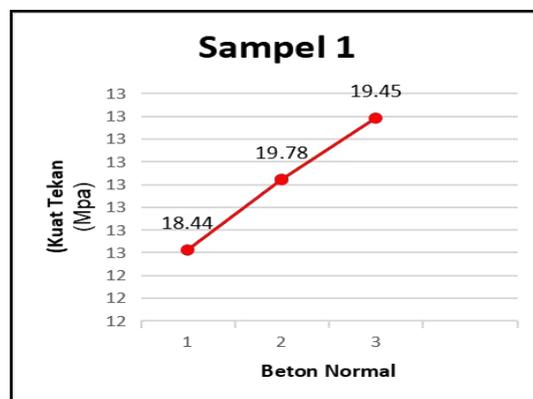
Tabel 2. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

No	Varian isi Campuran	Hari Ke	Berat (gr)	Luas Permukaan (cm ²)	Beban (Kg)	Kekuatan Tekan 7 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata(MPa)
1	0%	7	6467	225	50012	18.44	19.22
			6488	225	53643	19.78	
			6376	225	52738	19.45	
2	5%	7	4360	225	43548	16.06	15.95
			4237	225	41453	15.29	
			4211	225	44762	16.51	
3	10%	7	3439	225	28695	10.58	10.5
			3125	225	28897	10.65	
			3672	225	27916	10.29	
4	15%	7	2532	225	13720	5.06	5.41
			2620	225	14454	5.33	
			2319	225	15901	5.86	

Sumber : Analisa Pengamatan

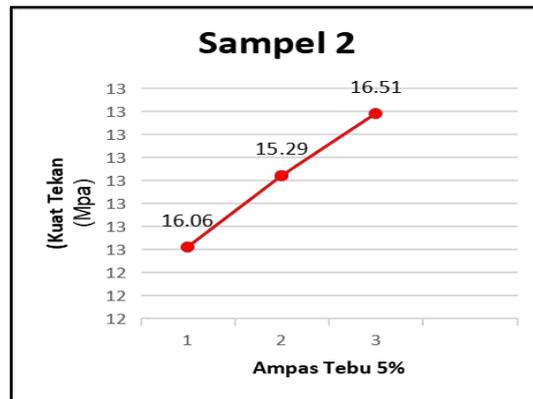
Dengan hasil dari tabel diatas ternyata untuk campuran beton dengan adanya penambahan ampas tebu dengan kadar 5%, 10%,15% mengalami perbedaan dan penurunan kuat tekan beton terhadap beton normal.

Hasil kuat tekan pada tabel rekapitulasi di atas disajikan dalam bentuk gambar grafik pada masing-masing hasil kuat tekan berdasarkan kadar ampas tebu seperti grafik pada gambar dibawah ini.



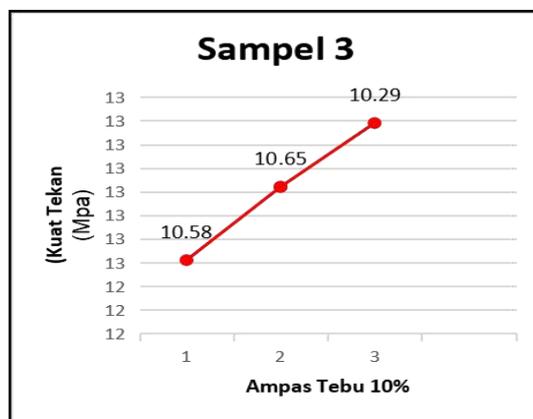
Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 2. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 1 Umur 7 Hari



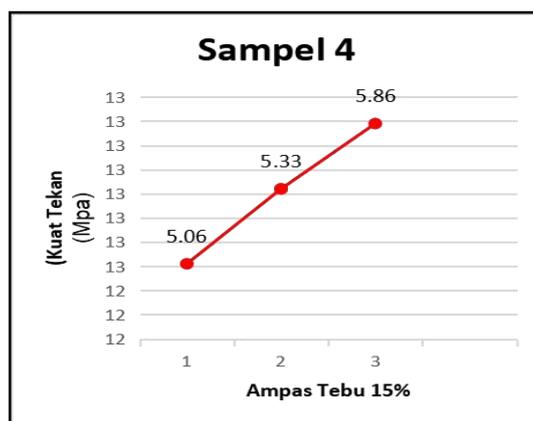
Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 3. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 2 Umur 7 Hari



Sumber : Analisa Pengamatan

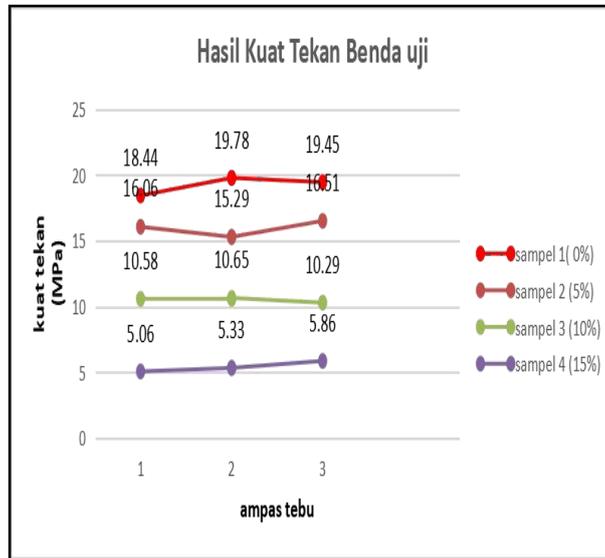
Gambar 4. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 3 Umur 7 Hari



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 5. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 4 Umur 7 Hari

Berdasarkan hasil masing-masing sampel diatas, dapat diketahui perbandingan kekuatan beton menurut kadar ampas tebu 5%,10%,15% yang digunakan dan disajikan dalam gambar grafik 6.

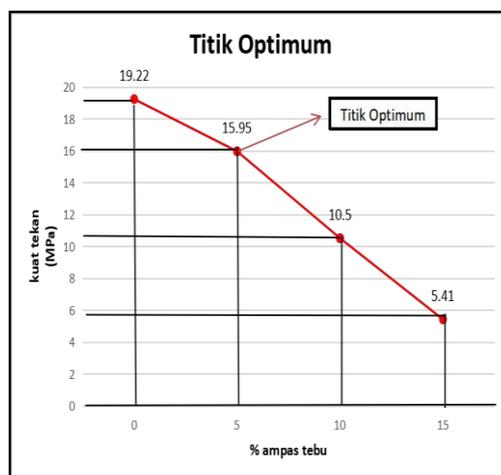


Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 6. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Berdasarkan data diatas, kita bisa mengetahui perbandingan kuat tekan beton dengan kandungan ampas tebu dalam 7 hari. Kuat tekan yang tertinggi yaitu pada sampel 2 benda uji no 3 kandungan ampas tebu 5 %. Dari hasil kuat tekan yang diperoleh dari pengujian semua benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan ampas tebu yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan beton yang direncanakan yaitu sebesar 16.51 MPa.

Dari hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan ampas tebu dengan kadar 5%,10%,15% yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 16,51 MPa.



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 7. Titik Optimum Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Berdasarkan grafik diatas, untuk penambahan ampas tebu yang paling rendah yaitu 5% dapat mencapai kuat tekan sebesar 15.95 MPa. Semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah juga nilai kuat tekan yang dihasilkan berdasarkan grafik diatas.

3.4 Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Setelah melakukan perhitungan kuat tekan beton umur 14 hari, perhitungan disajikan dalam tabel 3.

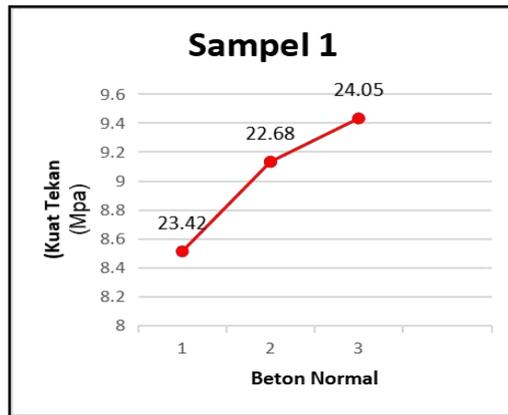
Tabel 3. Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

No	Varian isi Campuran	Hari Ke	Berat (gr)	Luas Permukaan (cm ²)	Beban (Kg)	Kekuatan Tekan 14 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata(MPa)
1	0%	14	7946	225	63506	23.42	23.38
			7958	225	61500	22.68	
			7975	225	65210	24.05	
2	5%	14	5161	225	53341	19.67	19.42
			5215	225	52863	19.5	
			5198	225	51750	19.09	
3	10%	14	4250	225	37210	13.72	13.15
			4265	225	36597	13.5	
			4154	225	33156	12.32	
4	15%	14	3470	225	23092	8.51	9.02
			3620	225	24760	9.13	
			3318	225	25571	9.43	

Sumber : Analisa Pengamatan

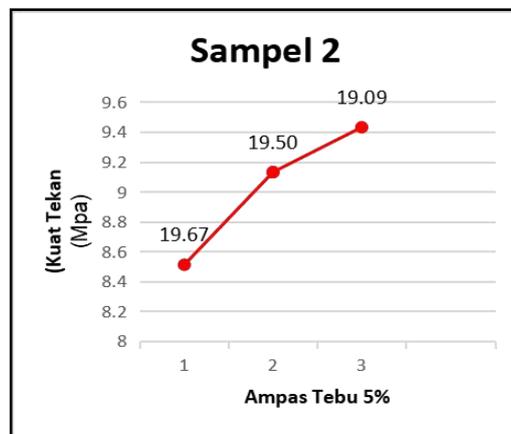
Dengan hasil dari tabel diatas ternyata untuk campuran beton dengan adanya penambahan ampas tebu mengalami perbedaan kuat tekan beton terhadap campuran beton normal yang di rencanakan.

Hasil kuat tekan pada tabel rekapitulasi di atas disajikan dalam bentuk gambar grafik pada masing-masing hasil kuat tekan berdasarkan kadar ampas tebu. Seperti grafik pada gambar dibawah ini.



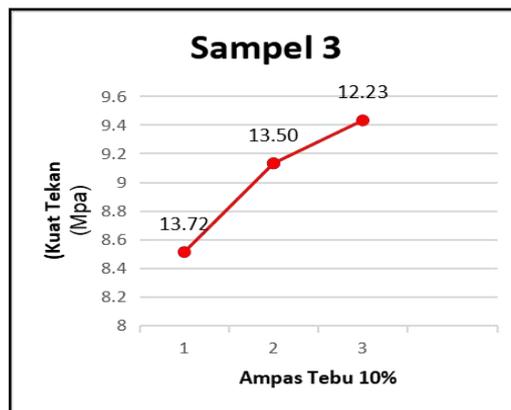
Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 8. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 1 Umur 14 Hari



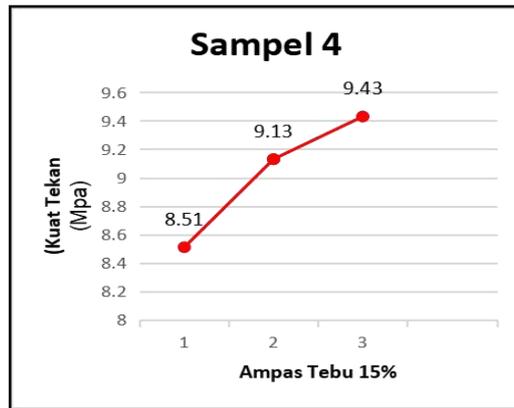
Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 9. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 2 Umur 14 Hari



Sumber : Analisa Pengamatan

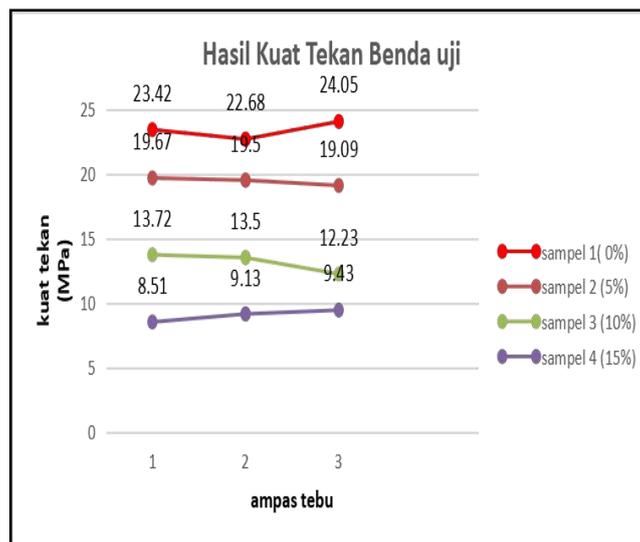
Gambar 10. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 3 Umur 14 Hari



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 11. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Sampel 4 Umur 14 Hari

Berdasarkan hasil masing-masing sampel diatas, maka dapat diketahui perbandingan kekuatan beton menurut kadar ampas tebu 5%,10%,15% yang digunakan dan disajikan dalam grafik di bawah ini :



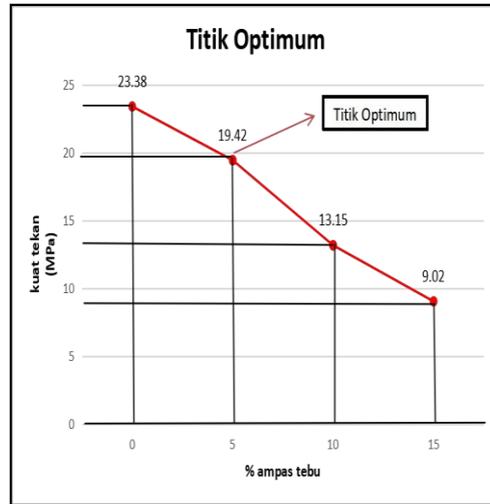
Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 12. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Berdasarkan data diatas, kita bisa mengetahui perbandingan kuat tekan beton sesuai dengan kandungan ampas tebu dalam 14 hari. Kuat tekan yang tertinggi yaitu pada sampel 2 benda uji no 1 kandungan ampas tebu 5 %.

Dari hasil kuat tekan yang diperoleh dari pengujian semua benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan ampas tebu yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 19.67 MPa.

Dari hasil kuat tekan yang diperoleh dari pengujian semua benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan ampas tebu dengan kadar 5%,10,15% yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 19.67 MPa.



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 13. Titik Optimum Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Berdasarkan grafik diatas, untuk penambahan ampas tebu yang paling rendah yaitu 5% dapat mencapai kuat tekan sebesar 19.42 MPa. Semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah juga nilai kuat tekan yang dihasilkan berdasarkan gambar grafik diatas.

3.5 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Setelah melakukan perhitungan kuat tekan beton umur 28 hari, perhitungan disajikan dalam tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

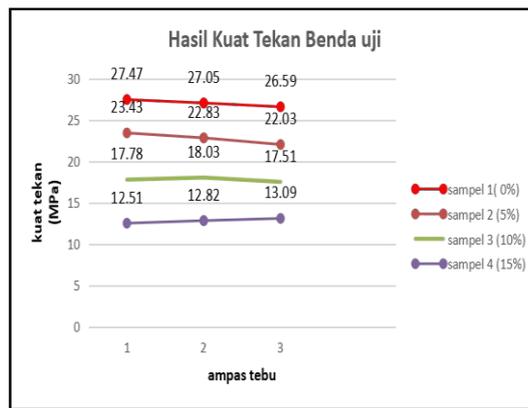
No	Varian isi Campuran	Hari Ke	Berat (gr)	Luas Permukaan (cm ²)	Beban (Kg)	Kekuatan Tekan 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata – Rata (MPa)
1	0%	28	8440	225	74500	27.47	27.03
			8440	225	73340	27.05	
			8375	225	72100	26.59	
2	5%	28	6110	225	63548	23.43	22.76
			6225	225	61893	22.83	
			6200	225	59740	22.03	
3	10%	28	5230	225	48200	17.78	17.77
			5205	225	48897	18.03	
			5315	225	47456	17.51	

4	15%	28	4370	225	33892	12.51	12.8
			4820	225	34769	12.82	
			4818	225	35500	13.09	

Sumber : Analisa Pengamatan

Dengan hasil dari tabel diatas ternyata untuk campuran beton dengan adanya penambahan ampas tebu mengalami perbedaan kuat tekan terhadap adonan campuran beton normal.

Hasil kuat tekan pada tabel rekapitulasi di atas disajikan dalam bentuk gambar grafik pada masing-masing hasil kuat tekan berdasarkan kadar ampas tebu seperti grafik pada gambar dibawah ini.

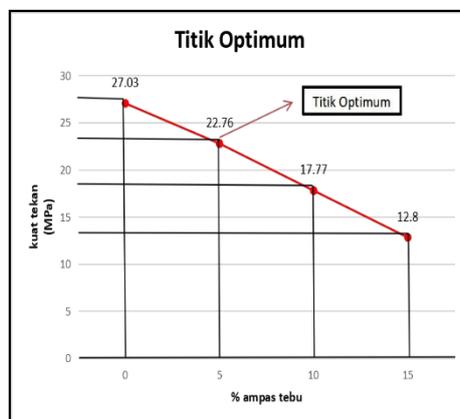


Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 14. Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan data diatas, kita bisa mengetahui perbandingan kuat tekan beton yang sesuai dengan kandungan ampas tebu sebesar 5%,10% 15% dalam 28 hari. Kuat tekan yang tertinggi yaitu pada sampel 2 benda uji no 1 kandungan ampas tebu 5%.

Dari hasil kuat tekan yang diperoleh dari pengujian semua benda uji, kemudian dapat diketahui penambahan ampas tebu yang paling optimum dengan cara menarik garis tegak lurus terhadap kuat tekan yang direncanakan yaitu sebesar 22,76 Mpa.



Sumber : Analisa Pengamatan

Gambar 15. Titik Optimum Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Berdasarkan grafik diatas, untuk penambahan ampas tebu yang paling rendah yaitu 5% dapat mencapai kuat tekan sebesar 22,76 MPa. Semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton yang dihasilkan berdasarkan grafik diatas.

3.6 Percepatan Perkerasan Beton

Perkerasan beton yang di hasilkan dari ampas tebu dan zat additif sikacim bonding adhesive mampu mempercepat perkerasan dan umur beton yang normalnya membutuhkan waktu 28 hari bisa memadat dengan cepat dalam waktu 7 hari, sehingga proyek bisa di percepat pengerjaanya . Cara penggunaanya yaitu campurkan 200 cc zat additif sikacim bonding adhesive pada 40 kg semen PC atau sekitar 1 zak.

Zat additif sikacim bonding adhesive ini cara kerjanya dengan cara di campurkan ke dalam adonan beton sesuai dengan komposisi yang telah dianjurkan pada untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Tabel 5. Data Waktu Perkerasan Beton

No.	Hari	Kadar Ampas	Kadar Zat Additif (ml)	Waktu Perkerasan Beton (Jam)
1	7	5%	5	42
2	7	10%	5	48
3	7	15%	5	54
4	14	5%	5	84
5	14	10%	5	90
6	14	15%	5	96
7	28	5%	5	168
8	28	10%	5	174
9	28	15%	5	180

Sumber : Analisa Pengamatan

Berdasarkan data diatas, kita bisa mengetahui seberapa cepat pengerasan beton sesuai dengan kandungan ampas tebu 5%,10%,15% dalam 7,14 dan 28 hari. Kecepatan pengerasan beton yang paling cepat yaitu pada kandungan ampas tebu 5 %.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri dengan hasil tersebut :

1. Dari hasil pengujian, untuk penambahan ampas tebu dan zat additif sikacim bonding adhesive pada campuran beton mengalami penurunan kuat tekan pada saat umur 28 hari lebih kecil dari pada campuran beton normal k 300 , masing-masing penambahan kuat tekan beton dengan penambahan ampas tebu yaitu 5% K 229, 10%,K 190, 15%,K 160
2. Penambahan ampas tebu pada campuran beton pada kadar 5 % menghasilkan kuat tekan beton rata-rata K 229,64. Titik penambahan ampas tebu pada kadar optimum 5% menghasilkan kuat t ekan beton sebesar K 229.
3. Semakin banyak penambahan ampas tebu pada adonan beton semakin rendah pula nilai kuat tekan beton.
4. Dari hasil data di atas dapat di simpulkan bahwa penambahan ampas tebu pada campuran beton tidak di sarankan,karena tidak sesuai dengan kriteria agregat.
5. Semakin banyak kadar ampas tebu yang di gunakan pada campuran beton membuat berat benda uji menjadi semakin ringan dan berwarna kehijauan.
6. Penggunaan zat additif sikacim bonding adhesive dapat mempercepat perkerasan dan umur beton yang umur 28 hari bisa dipercepat 7 hari sehingga pelaksanaan proyek bisa dipercepat.

5. SARAN

1. Penambahan ampas tebu sangat berpengaruh terhadap nilai slump yang dipakai.
2. Pada saat pembuatan beton, ampas tebu tidak di sarankan dalam campuran adonan pembuatan beton.
3. Penambahan ampas tebu sangat berpengaruh dengan kualitas beton yang akan digunakan.
4. Pada penelitian ini penambahan ampas tebu sebaiknya tidak digunakan pada lingkup pekerjaan perkerasan jalan, baik pada perkerasan kaku maupun pelebaran bahu jalan diperkeras.
5. Maka dari itu masih banyak hal yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut agar pada campuran beton dengan tambahan ampas tebu dapat digunakan pada ruang lingkup pekerjaan teknik sipil yang lebih luas.
6. Penggunaan zat additif di usahakan kalau dalam keadaan mendesak saja.
7. Untuk penelitian selanjutnya di arahkan ke beton berpori dengan di tambahkan lagi zat additif pengeras beton

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan artikel ini, penulis ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan Universitas Kadiri. Penulis berharap agar artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Mulyono, "TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek," no. October 2018, p. 574, 2015.
- [2] A. Y. Bintoro, A. D. Limantara, and S. Winarto, "EVALUASI KEKUATAN CONCBLOCK DENGAN AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR DARI TEMPURUNG KELAPA," *Jurmateks*, vol. 1, no. 1, pp. 160–171, 2018.
- [3] D. U. Sudarsono, "Rencana Campuran (Mix Design)," p. 1993, 1993.
- [4] E. Siswanto and A. Gunarto, "PENAMBAHAN FLY ASH DAN SERAT SERABUT KELAPA," *Ukarst J. Univ. Kadiri Ris. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 56–65, 2019.
- [5] M. M. Amin, A. D. Limantara, and S. Winarto, "UJI LABORATORIUM PEMANFAATAN BIO ENZIM (BIOCONC) SEBAGAI PEREDUKSI SEMEN PADA BATA BETON MUTU A," *Jurmateks*, vol. 1, no. 1, pp. 56–65, 2018.
- [6] SNI 2847:2013, "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung," *Badan Stand. Nas.*, 2013.
- [7] E. Gardjito, A. I. Candra, and Y. Cahyo, "Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam pembuatan Paving Block," *UKaRsT*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.374.
- [8] A. D. Limantara, A. Widodo, S. Winarto, L. D. Krisnawati, and S. W. Mudjanarko, "Optimizing the use of natural gravel Brantas river as normal concrete mixed with quality $f_c = 19.3$ Mpa," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 140, no. 1, pp. 1–9, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/140/1/012104.
- [9] JIS A 1148:2010, "Method of Test for Resistance of Concrete to Freeze and Thawing." .
- [10] R. B. Anugraha and S. Mustaza, "Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 57, 2010, doi: 10.12962/j12345678.v8i2.2722.
- [11] A. Iwan and E. Siswanto, "MENGGUNAKAN HYDROTON DAN MASTER EASE 5010," *J. CIVILLA*, vol. 3, no. 2, pp. 162–165, 2018.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002," *Bandung Badan Stand. Nas.*, p. 251, 2002.
- [13] A. I. Candra, E. Gardjito, Y. Cahyo, and G. A. Prasetyo, "Pemanfaatan Limbah Puntung Rokok Filter Sebagai Bahan Campuran Beton Ringan Berpori," *UKaRsT*, vol. 3, no. 1, p. 82, 2019, doi: 10.30737/ukarst.v3i1.365.
- [14] A. I. Candra and E. Siswanto, "Rekayasa Job Mix Beton Ringan Menggunakan Hydroton Dan Master Ease 5010," *J. CIVILA*, vol. 3, no. 2, p. 162, 2018, doi: 10.30736/cv1.v3i2.258.
- [15] SNI 2493:2011, "Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium,"

- Badan Stand. Nas.*, 2011.
- [16] R. Manuahe *et al.*, “Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang,” *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 1, pp. 277–282, 2014, doi: 10.5614/jts.2013.20.1.1.
- [17] SNI 3402:2008, “Cara uji berat isi beton ringan struktural,” *Badan Stand. Nas.*, 2008.
- [18] A. C. Sembiring and J. J. Saruksuk, “Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, dan Pasir Halus,” *JURITI PRIMA (Jurnal Ilm. Tek. Ind. Prima)*, vol. 1, no. May, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1207331.
- [19] M. Mulyati and A. Adman, “Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri dan Sikacim Concrete Additive terhadap Kuat Tekan Beton Normal,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 6, no. 2, pp. 38–45, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v602.01.
- [20] SNI 1974:2011, “Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder,” *Badan Stand. Nas.*, 2011.
- [21] T. P. G. A, Y. C. S. P, S. Winarto, and A. I. Candra, “PERBANDINGAN KEKUATAN BETON DENGAN CAMPURAN DRAMIX STEEL FIBER DAN TULANGAN WIREMESH PADA RIGID PAVEMENT,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 2, pp. 313–324, 2018.
- [22] D. Hartanto, Y. Cahyo, S. Winarto, and A. I. Candra, “PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG PADA GEDUNG SEKRETARIAT DEWAN DPRD KABUPATEN KEDIRI,” *Jurmateks*, vol. 1, no. 2, pp. 303–312, 2018.